

# 수치지형도를 이용한 연속지적도의 지도 일반화 기법 연구

## The Map Generalization Methodology for Korean Cadastral Map using Topographic Map

박 우 진\*      이 재 은\*\*      유 기 윤\*\*\*  
Woo Jin Park      Jae Eun Lee      Ki Yun Yu

**요 약** 최근, 지적도 이용에 대한 요구사항이 공공기관과 민간부문에서 높아지고 있는 추세이다. 지적도를 웹 환경 또는 모바일 환경에서 활용하기 위해서는 원 지도자료를 임의 단계의 축척 별로 압축해 놓은 다축척 공간표현 데이터베이스로 구축되어야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 기존의 연속지적도를 다축척 공간표현 데이터베이스로 구축하는데 있어서 지형도와 중첩과 폴리곤 지도 일반화 기법을 적용하는 방안에 대해서 제안하였다. 이 과정은 크게 지형도 네트워크 데이터 재구조화, 네트워크 위계에 따른 필지경계선 병합, 선형 단순화 기법 적용의 세 단계로 이루어져 있다. 본 연구에서 제안된 일반화 기법을 수원지역의 연속지적도에 적용한 결과, 1:5,000, 1:20,000, 1:100,000 세 축척의 연속지적도로 각각 일반화 되었으며, 데이터 압축률은 각각 15%, 8%, 1% 수준으로 나타났다.

**키워드** : 지적도, 지도 일반화, 다축척 공간 DB, 지형도, 폴리곤 병합, 선형 단순화

**Abstract** Recently, demand for the use of cadastral map is increasing in both public and private area. To use cadastral map in web or mobile environment, construction of the multi-representation database(MRDB) that is the compressed into multiple scale from the original map data is recommended. In this study, the map generalization methodology for the cadastral map by applying overlay with topographic map and polygon generalization technique is suggested. This process is composed of three steps, re-constructing the network data of topographic map, polygon merging of parcel lines according to network degree, and applying line simplification techniques. Proposed methodologies are applied to the cadastral map in Suwon area. The result map was generalized into 1:5,000, 1:20,000, 1:100,000 scale, and data compression ratio was shown in 15% 8% 1% level respectively.

**Keywords** : Cadastral Map, Map Generalization, Multiple Representation Database, Topographic Map, Polygon Merging, Line Simplification

### 1. 서 론

지적도는 토지의 소유권 경계 정보를 담고 있어 행정적 측면에서 중요도가 매우 높은 지도 자료이며, 최근 국가지리정보체계의 구축이 진행되면서 지적도의 전산화 역시 활발히 진행되고 있다. 최근 들어 LBS 산업이 급속히 성장함에 따라 공공분야 및

민간분야에서 지적도를 웹 환경 또는 모바일 환경에서 활용하고자 하는 요구가 급증하고 있다. 현재 국내의 지적도는 전산화 작업을 거쳐 개별지적도, 연속지적도, 편집지적도 형태로 데이터베이스화되어 있으며 KLIS 시스템에서 지형도와 함께 관리되고 있다. 그러나 여러 가지 관리상의 문제가 오랜 시간동안 축적되어 현재 지형도와와의 불일치, 현실과

\* 이 논문은 국토해양부 첨단도시기술개발 사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업 과제의 연구비 지원(07국토정보C04)에 의해 수행되었음

\* 서울대학교 건설환경공학부 박사과정 woojin1@snu.ac.kr

\*\* 서울대학교 건설환경공학부 석사과정 perfectsolo@snu.ac.kr

\*\*\* 서울대학교 건설환경공학부 부교수 kiyun@snu.ac.kr(교신저자)

의 불일치 문제가 발생하고 있는 실정이며 이러한 이유로 인해 공공분야 및 민간분야에서의 사용이 제한적으로 이루어져 왔다[19][20]. 지적도(특히 연속지적도)를 웹 환경 또는 모바일 환경에서 일반 사용자에게 서비스하기 위해서는 현재의 지적도에 지도 일반화 기술을 적용하여 다축척 데이터베이스(Multiple resolution/representation database, MRDB)를 구축하는 것이 효율적이다. 다축척 데이터베이스는 매우 자세한 형태의 원 지도자료에 지도 일반화 기법을 적용하여 다수의 축척수준에 따른 일반화 결과를 도출하여 각각을 캐시 형태 등으로 저장해 놓은 것이다. 또한 동일 지형지물에 대한 축척 별 객체 간의 링크가 되어 있어 지형지물에 변화가 있을 때 각 축척 별 객체들이 자동으로 갱신될 수 있도록 설계되어 있다[1][8].

지적도는 지형도와 같은 일반적인 지도자료와 다르게 다수의 필지경계선이 퍼즐처럼 붙어있는 폴리곤 집합이다. 따라서 점, 선 면 도형으로 이루어진 일반적인 지도에서 사용되는 지도 일반화 연산자(선택, 단순화, 이동, 축약 등)를 곧바로 지적도에 적용하기에는 무리가 있다. 뿐만 아니라, 현재 지적도는 필지경계선의 선형이 정리되지 않은 불규칙한 형태로 되어 있으며[16], 지목 분류체계가 실제 지형지물을 반영하지 못하는 지목불부합 문제[15] 등으로 인해 현재의 선형과 지목만으로 원하는 일반화 결과를 얻기에 한계가 있다.

폴리곤 지도자료에 대한 일반화 연구는 1980년대 이후로 꾸준히 이루어져 왔으며 최근 유사한 연구 사례로는 Li 등(2004)이 도시 형상학과 Gestalt 이론을 이용하여 도시의 공간구조를 enclave, block, superblock, neighborhood로 위계적으로 구조화하는 연구를 수행하였다[6]. Chaudhry 등(2008)은 지도의 다축척 데이터베이스 구축을 위해 가구계 영역을 병합하여 도시지역의 경계를 자동으로 탐색하는 연구를 수행하였다[7]. 그러나 이러한 기법들을 지적도 일반화에 적용하기에는 무리가 있으며 아직까지 지적도의 지도 일반화에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

본 논문에서는 연속지적도를 원자료로 하고 지형도를 보조자료로 하여 가구계 단위로 필지경계선을 병합하는 방식으로 다축척 데이터베이스를 자동으로 생성하는 지도 일반화 과정을 제안하고자 한다. 가구계는 도로로 둘러싸인 영역을 의미하는데 도로

의 위계를 고려하여 단계적으로 가구계를 구성할 수 있어 다축척 데이터베이스를 만드는데 유용할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 지형도의 도로 중심선을 이용하여 위계를 재설정 한 후, 위계에 따른 도로중심선을 지적도와 중첩하여 도로영역과 가구계로 구분하고 각 영역에서의 필지경계선을 적절히 병합시키는 방법을 사용하였다.

## 2. 연구방법

지도 일반화(map generalization) 기법은 크게 모델 일반화(model generalization) 과정과 지도학적 일반화(cartographic generalization) 과정으로 이루어져 있다. 모델 일반화 기법은 원 지도 데이터로부터 압축된 지도 데이터를 추출하는 데에 초점을 두고 있으며 구조 기반(structure-based)의 필터링을 통해 지도 객체를 제거(elimination)하거나 병합(agggregation 또는 amalgamation)하는 연산자(operator)를 포함한다. 지도학적 일반화 기법은 지도학적 객체를 축척에 맞게 시각화 하는데 있어서 불필요한 상세함을 제거하거나 의도적으로 강조하는 데에 초점을 두고 있으며 주로 선형 단순화(line simplification), 완만화(smoothing), 과장(exaggeration) 등의 연산자를 고려한다[13]. 두 과정은 상호 보완적인 관계에 있으며 모델 일반화 과정이 지도학적 일반화 과정의 예비단계인 성격을 보인다[9]. 본 연구에서는 연속 지적도 데이터에 대해 모델 일반화 과정과 지도학적 일반화 과정을 동시에 고려하여 축척 수준에 맞게 데이터의 용량을 압축하는 동시에 시각적으로 도해력을 극대화시키고자 하였다.

그림 1은 본 연구에서 제안한 지적도 일반화 기법에 대한 연구흐름도이다. 크게 세 단계로 구분되어 있는데 우선, 수치지형도 데이터를 입력자료로 하여 도로중심선 레이어를 추출한 후, 도로 네트워크 위계 재설정 과정을 거쳐 일정 너비로 버퍼를 적용한다. 이 버퍼 폴리곤을 지적도와 중첩(overlay)하여 지적도 내의 도로영역과 가구계영역을 탐색하여 각 영역 내에서의 지적경계선들을 병합한다. 병합된 폴리곤은 선형단순화 과정을 거쳐 축척별 일반화 결과에 저장된다.

### 2.1 도로 네트워크 위계 재설정

지적도의 필지경계선을 축척 별로 병합시킬 수

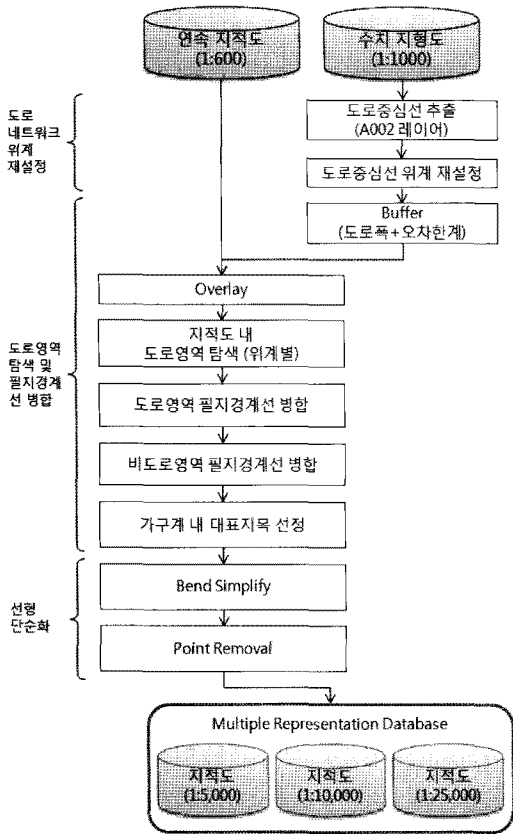


그림 1. 연구흐름도

있는 기준으로 활용할 수 있는 정보에는 크게 해당 필지에 대한 속성정보와 위상정보 등을 들 수 있다. 지목, 면적, 소유주, 가격 등의 정보는 필지의 속성 정보에 해당하며, 필지 간의 인접관계, 거리 등 필지 간 위치관계에 대한 정보는 필지의 위상정보에 해당한다. 필지 간의 위상정보를 파악하기 위해 본 연구에서는 지형도의 도로 네트워크 데이터를 사용하였다. 필지경계선의 위상관계 파악에 도로 네트워크를 사용하는 이유는 도로로 둘러싸인 지역을 하나의 가구계라고 정의할 수 있어 가구계 단위로 필지경계선을 병합시킬 수 있기 때문이다. 도로 네트워크 데이터는 각각의 노드와 에지가 다른 정도의 중요도를 가지기 때문에 적절한 선택과 제거 연산자를 통해 축척에 따라 위계적으로 구축할 수 있다. 이런 방식으로 도로 네트워크가 재구축되면 그에 따라 가구계 역시 위계적으로 형성되어 축척에 따라 위계적으로 병합된 필지경계선 집합을 얻을 수 있다.

지형도의 도로중심선에는 ‘도로구분’이라는 속성

정보가 포함되어 있는데, 모든 도로를 소로, 시도도로, 일반국도, 고속도로 등으로 구분하고 있다. 그러나 실제 지형도의 도로구분 속성정보를 항공사진과 비교분석한 결과, 도로중심선 상의 구분과 실제 도로 간에 다소 차이가 있어 이 구분만으로 지적경계선의 병합을 위한 기준정보로 사용하기에 한계가 있다. 본 연구에서는 지형도 도로중심선의 ‘도로구분’ 속성정보 외에 도로폭 정보를 추가적으로 이용하였다. 또한 위계 재설정 과정에서 도로선형 간의 위상적, 기하학적 관계를 반영하기 위해 ‘stroke’ 개념을 추가적으로 사용하였다. stroke는 교차로에서 동일한 방향성을 가지는 두 인접한 개체를 하나의 연결개체로 묶는 과정을 반복함으로써 최종적으로 생성된 각각의 연결된 개체를 의미한다. 이 방법론을 적용함으로써 도로 네트워크 상의 모든 도로를 stroke 단위로 재구조화할 수 있다. 단일 stroke 내에 존재하는 교차로의 개수를 계산하여 stroke degree 라는 속성값으로 저장하는데, stroke degree 가 클수록 네트워크 상에서의 중요도가 높으며 작을수록 중요도도 낮아진다[10]. 본 연구에서는 도로 선형의 도로폭, 도로구분, stroke degree를 이용하여 도로의 선형을 4단계(고속도로, 국도, 시내도로, 소로)로 구분하였다. 위의 의사코드(표 1)는 도로 선형의 위계를 재설정하는데 사용된 조건식이다. 아래의 조건식은 도로교통법, 건축법 상의 도로구분 기준을 참고하여 실험적으로 결정되었다. 그림 2는 위의 의사코드에 의해 지형도에서 추출한 도로 네트워크 데이터를 위계별로 재구조화한 결과이다.

표 1. 도로 네트워크 위계 재설정 알고리즘.

(Class0 = ‘고속도로’, Class1 = ‘일반국도’,  
Class2 = ‘시내도로’, Class3 = ‘소로’)

1. If (도로폭>=30) or (도로구분=‘고속도로’) Then Class0
2. Else If (도로폭>=20) or (도로구분=‘일반국도’) Then Class1
3. Else if (20>도로폭>=6) Then Class2
4. Else if (6>도로폭>=4) and (stroke\_deg>1) Then Class2
5. Else Class3
6. If (도로폭>=1.5) and 동일한 stroke 내의 선 개체 중 인접한 2개 이하의 개체가 다른 개체들과 상이한 class를 가진 경우 Then 같은 class로 재분류

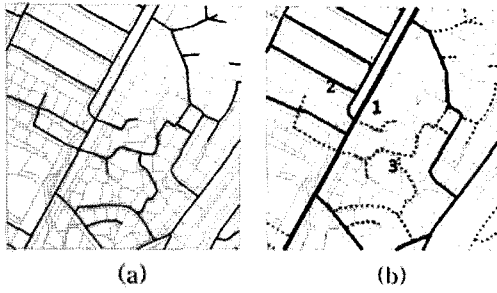


그림 2 도로 네트워크의 위계별 재구조화 과정 예시  
 (a) 지적도 필지경계선(가는 실선)과 지형도 도로 중심선(굵은 실선)  
 (b) 도로중심선의 위계별 재구조화 결과. 1은 일반국도, 2는 시내도로, 3은 소로를 의미함.

도로중심선의 위계가 재설정되면 그 위계에 따라 단계별로 네트워크 데이터를 다시 생성한다. 즉, 가장 상위의 위계만 포함한 데이터에서부터 시작하여 위계별 데이터를 한 단위씩 추가해가면서 각각을 하나의 단계별 네트워크 데이터로 생성한다.

**2.2 도로 영역 탐색 및 필지경계선 병합**

본 연구에서는 필지경계선의 병합을 위해 우선 위계별 네트워크 데이터와 지적도를 중첩시킨 후, 지적도의 필지경계선을 도로영역과 가구계 영역으로 나누어 병합시키는 방법론을 사용하였다.

도로 영역을 탐색하기 위해 우선, 지형도의 도로 중심선에 버퍼를 적용하여 폭을 가지는 도로경계 폴리곤을 형성한다. 이때 버퍼의 폭은 각 도로 선형의 속성값으로 입력되어 있는 도로폭에 오차한계를 더한 값으로 부여한다. 오차한계는 지형도와 지적도 간의 위치적 불일치를 고려한 수치이며 본 연구에서는 실험적으로 2m를 부여하였다. 도로 중심선에 버퍼를 적용한 폴리곤과 지적도를 중첩하여 지적도의 필지 중 면적의 90% 이상이 도로 중심선에 버퍼를 적용한 폴리곤에 포함되는 필지경계선만을 선택한다. 이렇게 선택된 필지경계선들을 지적도 중 도로영역에 해당하는 필지 집합의 후보군으로 지정한다.

이러한 방식으로 선택된 후보군과 실제 도로 영역 간에는 약간의 차이가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 단독으로 존재하는(isolated) 도로 영역 폴리곤 집합 중 2개 이하의 폴리곤으로 이루어진 폴리

곤 집합은 지목 입력 오류에 해당하는 영역으로 판단하고 도로 영역에서 제거하는 방식으로 실제 도로 영역과의 불일치를 줄이고자 하였다.

위의 과정을 통해 추출된 도로 영역을 제외한 필지들 중 도로영역으로 둘러싸인 필지경계선 집합을 하나의 가구계 폴리곤 집합으로 지정하였다. 하나의 가구계 폴리곤에는 하나 이상의 지목으로 구성된다. 가구계 내의 지목들 중 대표 지목을 선정하기 위해 본 연구에서는 가구계 영역 내 폴리곤의 지목 별 면적을 계산하여 전체 가구계 영역 면적과의 비율을 구한 후, 그 중 가장 넓은 면적 비율을 차지하는 지목을 해당 가구계의 대표 지목으로 지정하였다.

그림 3은 위에서 설명한 필지경계선 병합과정을 예시로 설명한 그림이다. (a)부터 (d)까지 차례대로 도로 네트워크 데이터에 버퍼를 적용한 결과, 도로 영역에 해당하는 필지경계선 집합을 탐색한 결과, 도로영역을 제외하고 남은 가구계 영역에 해당하는 필지경계선 집합을 탐색한 결과, 그리고 도로영역과 가구계 영역 내의 필지경계선들을 각각 병합시키고 병합된 폴리곤의 대표지목을 선정한 결과를 나타내고 있다.

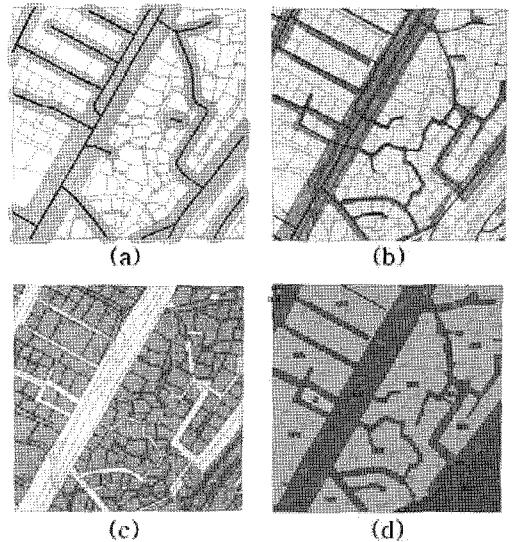


그림 3 도로 영역 탐색 및 필지경계선 병합 과정 예시  
 (a) 도로 네트워크에 버퍼 적용  
 (b) 도로영역에 해당하는 필지경계선 집합  
 (c) 도로영역을 제외한 필지경계선 집합  
 (d) 가구계 단위로 필지경계선을 병합하고 대표 지목을 선정한 결과

### 2.3 선형 단순화 기법 적용

필지 경계선들이 병합된 결과에 대하여 불필요한 굴곡과 절점들을 제거하기 위해 선형 단순화 기법을 적용하였다. 필지 경계선은 정리되지 않은 선형의 형태로 표현되어 있어 축척을 줄여서 표현하게 되면 불필요한 굴곡뿐만 아니라 불필요한 절점들이 발생하게 된다. 이러한 굴곡과 절점을 제거함으로써 데이터의 용량을 감소시키기 위해 적절한 선형 단순화 기법이 적용되어야 한다. 선형 개체의 형상적 특성에 따라서 적절한 선형 단순화 기법과 임계치 수준을 결정하기 위한 연구는 많이 진행되었으나 아직까지 하나의 기법과 임계치로 모든 선형을 적절히 단순화 시켜주는 기법은 거의 없으며 선형의 특성에 따라 복수의 기법을 혼합해서 적용함으로써 단순화 효과를 극대화시킬 수 있다. 본 연구에서는 Wang and Muller(1998)가 제안한 bend simplify 기법과 Douglas and Peucker(1987)가 제안한 point removal 기법을 순차적으로 적용하는 방식으로 불필요한 굴곡과 절점을 제거하였다. bend simplify 기법은 작은 굴곡은 효과적으로 제거하는 반면 전반적인 선형의 형태는 유지시켜주는 장점이 있다. 또한 point removal 기법은 대체적으로 다 기법에 비해 상대적으로 형태의 큰 왜곡 없이 잉여 절점을 효과적으로 제거하는 장점이 있다[11].

축척 별로 두 단순화 기법에 대한 적절한 임계치를 결정하는 부분은 매우 중요하다. 임계치가 과도하게 적용되면 데이터의 용량은 감소하는 반면에 위치오차나 기하학적 왜곡(sliver polygon, self-intersection 등)이 발생할 확률은 높아지며 임계치가 너무 낮게 적용되면 불필요한 굴곡과 절점이 덜 제거되어 충분한 단순화 효과를 기대할 수 없다. 본 연구에서는 선형 단순화 후의 최대 위치오차값이 도상 0.7mm를 넘지 않도록 하는 최대한의 임계치를 실험적으로 결정하여 적용하였다.

그림 4는 필지경계선 병합결과에 선형단순화 기법을 적용한 결과이다. bend simplify 기법을 7m의 임계치로 적용한 후 point removal 기법을 1m 임계치로 적용한 결과이다. 적용 결과, 전체적인 선형의 형태에는 큰 변화가 없으나 작은 굴곡은 다소 제거된 것을 그림 상에서 확인할 수 있으며, 데이터를 구성하는 전체 절점수가 1147개에서 439개로 약 30% 수준으로 감소했다.

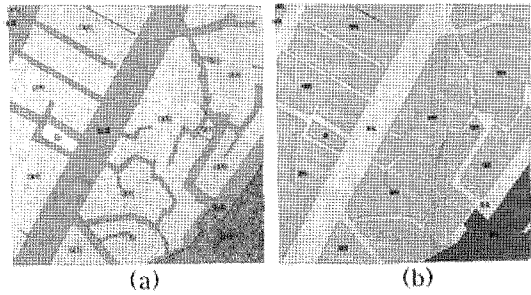


그림 4. 선형 단순화 적용 결과  
(a) 단순화 적용 전의 병합 결과  
(b) 단순화 적용 후의 결과

## 3. 실험 및 결과

### 3.1 실험데이터

위에서 제시한 일반화 방법론을 검증하기 위한 실험데이터로 수원시 팔달구 행궁동 지역의 연속지적도와 수치지형도를 사용하였다. 두 지도데이터는 상이한 좌표체계를 가지고 있기 때문에 좌표계 변환을 통해서 좌표체계를 통일시켰다.

아래 그림 5는 실험 지역 세 곳에 대한 지적도와 지형도 도로중심선, 항공사진을 각각 보여주고 있다. 도로영역의 경우 항공사진이나 지형도 상의 도로영역과 지적도 상의 도로 지목을 비교하였을 때 위치나 형상이 거의 유사한 지역도 있으나 다소 차이가 있는 지역도 관찰되는데 이는 지적도가 실제 지형지물과 불일치가 발생하는 지역이 다소 존재함을 나타낸다.

case1 지역은 비교적 격자형 도로망이 잘 갖추어진 지역에 해당하며 가구계 영역 역시 대부분 직사각형 형태를 띄고 있다. case2 지역은 격자형 도로망과 불규칙한 도로망이 적절히 혼합되어 있는 지역이며 가구계 영역도 직사각형 형태와 사다리꼴 형태가 혼재되어 있다. case3 지역은 격자형 도로망에 비해 불규칙한 도로망이 대부분을 이루고 있는 지역이며 가구계 영역 역시 매우 불규칙한 형태의 선형으로 이루어져 있다.

### 3.2 실험결과 분석

그림 6은 세 실험지역에 대한 단계 별 일반화 결과이다. 1단계 결과는 class 0부터 class 3까지 모든 위계가 포함된 도로 네트워크 데이터를 이용하여

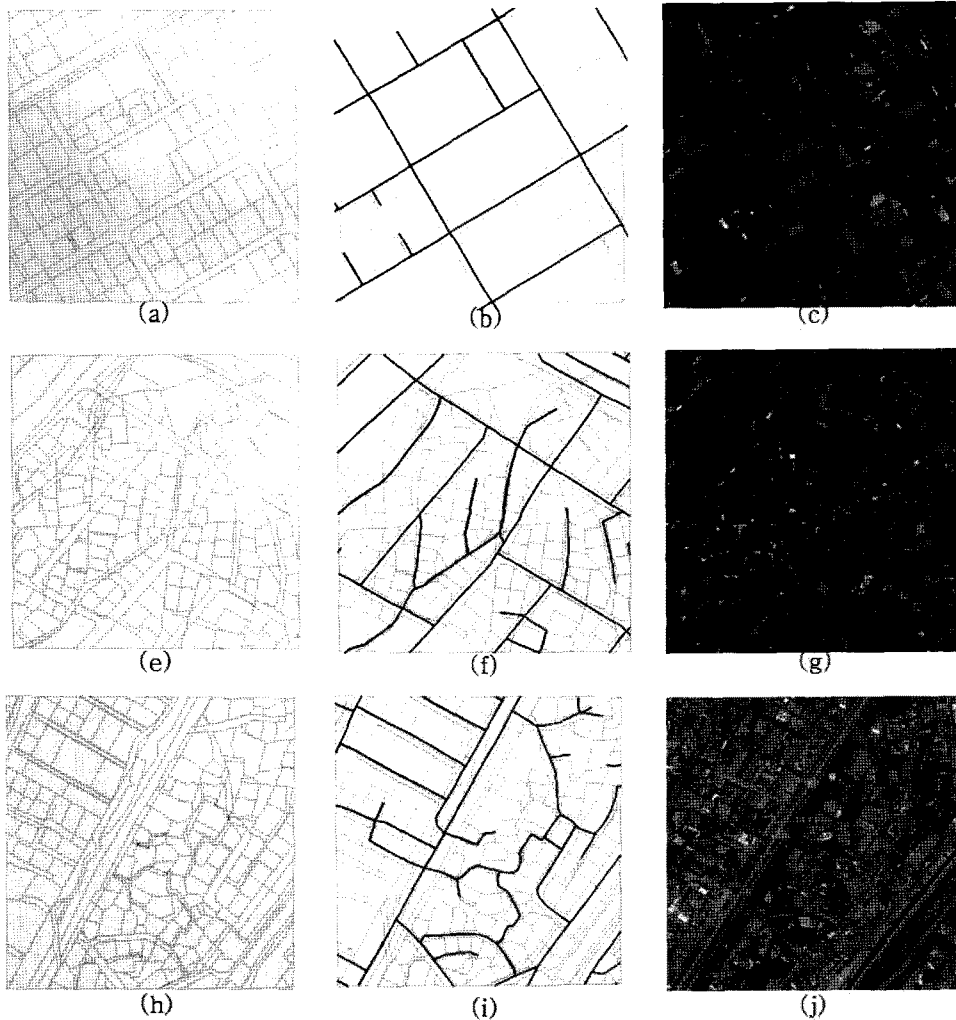


그림 5. 실험데이터. (a)~(c): case1에 대한 지적도, 지형도 도로중심선, 항공사진,  
 (d)~(f): case2에 대한 지적도, 지형도 도로중심선, 항공사진,  
 (h)~(j): case3에 대한 지적도, 지형도 도로중심선, 항공사진

필지경계선이 병합된 결과이며, 2단계는 class 2와 3으로 이루어진 도로 네트워크를 이용한 결과, 그리고 3단계는 class 3만으로 이루어진 도로 네트워크를 이용한 병합 결과이다. 각 단계 별 일반화 결과에 대한 축척은 도로영역의 최소 도로폭을 이용하여 인식 가능한 최소축척을 역산해볼 수 있다. 즉, 지도 상 인식가능한 최소 단위를 0.2mm라고 한다면 1단계 일반화 결과는 도로영역의 최소 폭이 약 1m이므로, 이 길이를 위의 인식가능 최소 단위로 치환하면 해당 일반화 결과의 축척은 대략 1:5,000이 되어 이 이상의 축척으로 확대가능하나 이하의 축척

으로는 인식이 불가능하다는 것을 나타낸다. 동일한 방식으로 계산하면 2단계 일반화 결과의 최소 도로폭은 4m로, 최소축척은 대략 1:20,000 수준이며, 3단계 일반화 결과의 최소 도로폭은 20m, 최소축척은 대략 1:100,000 수준으로 계산된다.

본 연구에서 제안한 일반화 기법을 적용하였을 때의 데이터 감소율을 폴리곤 수 감소율과 절점 수 감소율로 분석하였다. 표 2와 3은 각각 case1에서 case3까지의 실험지역 데이터를 단계 별로 일반화한 결과에 대해 두 요소를 비교하여 백분율로 나타낸 표이며, 그림 7과 8은 이에 대한 그래프이다.

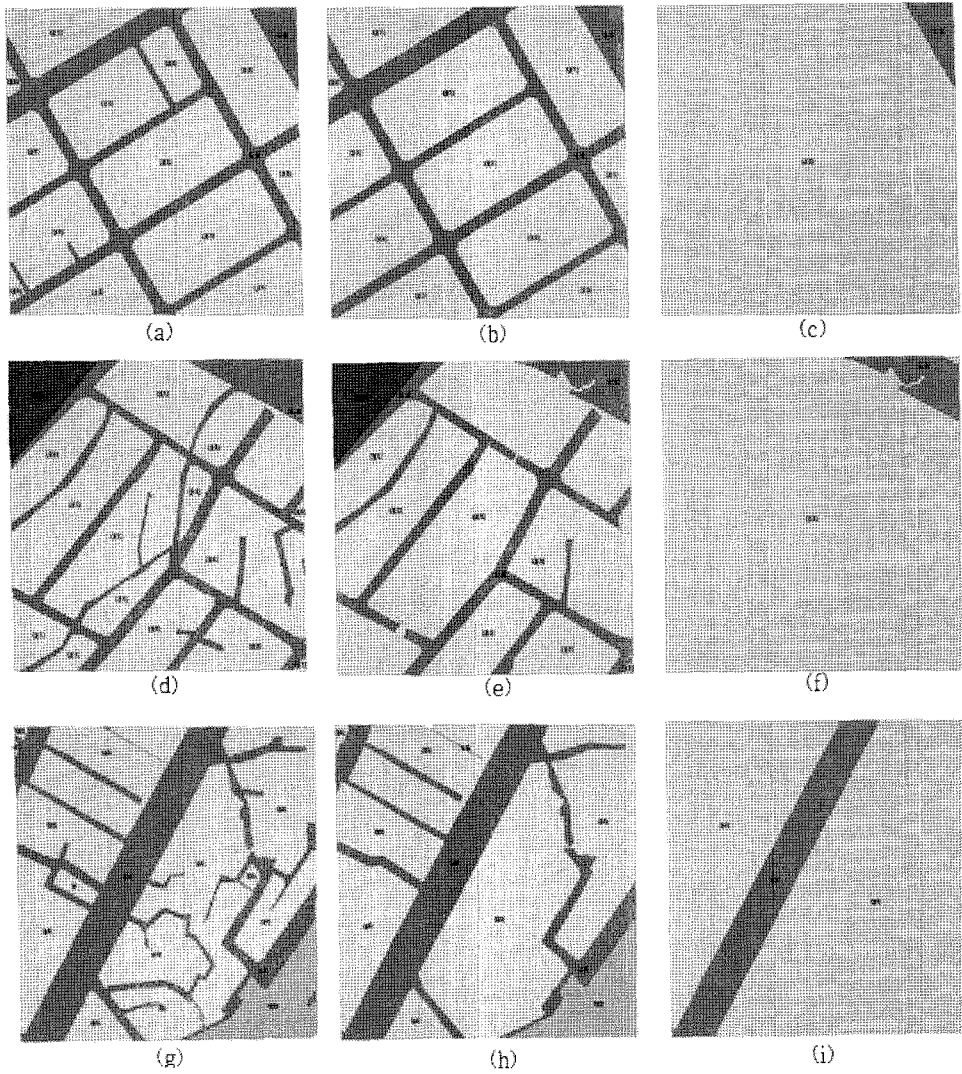


그림 6. 세 실험데이터에 대한 단계 별 일반화 결과  
 (a)~(c): case1에 대한 3단계 일반화 결과, (d)~(f): case2에 3단계 일반화 결과  
 (g)~(i): case3에 대한 3단계 일반화 결과

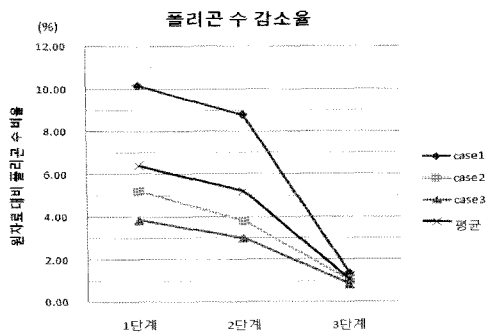


그림 7. 일반화 수준에 따른 폴리곤 수 감소율

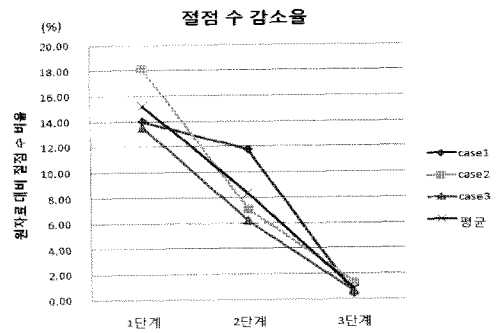


그림 8. 일반화 수준에 따른 점점 수 감소율

분석 결과, 폴리곤 수의 경우 1단계 일반화 결과에서는 원자료에 비해 6% 수준으로 감소하였으며 2단계에서는 3% 수준, 그리고 3단계에서는 1% 수준으로 감소하고 있다. 격자형태의 도로망을 띄고 있는 case1 지역에서 감소율이 10% 수준으로 상대적으로 높고 불규칙한 형태의 도로망을 띄고 있는 case3 지역에서 감소율이 4% 수준으로 상대적으로 낮았으나 3단계로 갈수록 감소율의 차이가 줄어들었다. 절점 수의 경우, 1단계 일반화 결과에서는 원자료에 비해 15% 수준으로 감소하였으며, 2단계에서는 8%, 3단계에서는 1% 수준으로 감소하고 있다. 이러한 데이터 감소율은 실험지역 간에 약간의 차이는 있으나 전반적으로 유사한 수준으로 감소하고 있음을 관찰할 수 있다.

표 2. 일반화 수준에 따른 폴리곤 수 감소율

	원자료	1단계	2단계	3단계
case 1	148 (100%)	15 (10.14%)	13 (8.78%)	2 (1.35%)
case 2	289 (100%)	15 (5.19%)	11 (3.81%)	3 (1.04%)
case 3	364 (100%)	14 (3.85%)	11 (3.02%)	3 (0.82%)
전체	801 100%	44 (6.39%)	35 (5.20%)	8 (1.07%)

표 3. 일반화 수준에 따른 절점 수 감소율

	원자료	1단계	2단계	3단계
case 1	1386 (100%)	194 (14.00%)	163 (11.76%)	6 (0.43%)
case 2	2971 (100%)	539 (18.14%)	211 (7.10%)	39 (1.31%)
case 3	3245 (100%)	439 (13.53%)	201 (6.19%)	19 (0.59%)
전체	7602 (100%)	1172 (15.22%)	575 (8.35%)	64 (0.78%)

#### 4. 결론

본 연구에서는 연속지적도를 다양한 축척으로 일반화시키기 위해 수치지형도의 도로중심선을 중첩하여 지적도의 필지경계선을 도로영역과 가구계 영역으로 구분하여 병합시키는 기법을 제시하였다. 이

과정에서 도로 네트워크 데이터의 위계를 재설정하고 위계에 따라 단계적으로 필지경계선을 병합하였다. 연구 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 지형도의 도로중심선을 이용해서 지적도의 도로영역을 추출하기 위해 도로구분, 도로폭 그리고 stroke 개념을 사용하여 도로 네트워크의 위계를 재설정하였다.
2. 도로중심선에 실제 도로폭에 지형도와 지적도 간의 불부합 정도를 더하여 버퍼를 적용한 폴리곤에 90% 이상 포함되는 지적도 상의 필지경계선을 지적도의 도로영역, 그 외 지역을 가구계 영역으로 설정하는 방식으로 필지 경계선을 병합하였다.
3. 병합된 필지경계선 영역의 대표 지목은 영역 내 지목 중 영역 전체 면적 대비 지목 별 면적 비율이 가장 높은 지목을 필지 집합의 대표 지목으로 선정하였다.
4. 이러한 방식으로 병합된 세 단계 지적도의 축소 축척은 각각 1:5,000, 1:20,000, 1:100,000으로 산출되었으며 이 축척을 기준으로 사용자가 입력한 축척수준에 맞게 지적도를 디스플레이할 수 있다.
5. 선형 단순화 기법으로 bend simplify 기법과 point removal 기법을 순차적으로 적용한 결과 1단계 일반화 결과에서는 15%, 2단계에서는 8%, 3단계에서는 1% 수준으로 데이터 감소율을 나타내었다.

이와 같은 지적도 일반화 기법은 도로의 위계를 고려하여 단계적으로 가구계 폴리곤을 구성할 수 있어 효율적으로 지적도의 다축척 데이터베이스를 구축할 수 있었다. 뿐만 아니라 향후에 지적 재조사 사업이 시행되어 필지경계선의 형태와 지목이 현실과 불일치한 문제가 다소 해결된다면 본 연구에서 제안한 지도 일반화 기법을 통해 보다 정확하고 신속한 다축척 지적도 데이터베이스를 자동으로 생성하여 웹 환경과 모바일 환경에서 공공 및 민간 부문에게 지도서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

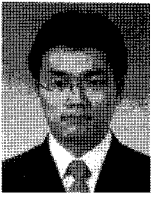
본 연구에서는 사용자가 원하는 축척수준을 입력하였을 때 그에 해당하는 일반화 결과를 도출할 수 있는 정량적 접근법이 추가적으로 연구되어야 할 것으로 보인다. 즉, 네트워크 제거과정에서 중요도 함수를 적용하는 방안, 도로영역 필지경계선 포함 비율 조정 등에 대한 추가연구가 진행될 필요가 있



다. 뿐만 아니라 다양한 케이스에서의 적용을 통해 예외사항 처리기능을 강화하거나 일반화 결과에 대한 정성적, 정량적 평가 기법을 추가하는 등의 연구가 필요하며, 이들에 대해서는 추후 연구과제로 남긴다.

## 참고 문헌

- [1] B. Yang, 2005, "A multi-resolution model of vector map data for rapid transmission over the Internet", *Computers & Geosciences*, vol. 31, pp. 569 - 578.
- [2] D. Douglas and T. Peucker, 1973, "Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature," *Canadian Cartographer*, vol. 10, pp. 112 - 122.
- [3] M.F. Goodchild and G.J. Hunter, 1997, "A simple positional accuracy measure for linear features," *IJGIS*, vol. 11, no. 3, pp. 299-306.
- [4] H. Tveite, and S. Langaas, 1999, "An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering," *IJGIS*, vol. 13, no. 1, pp. 24-27.
- [5] Y. Kagawa, Y. Sekimoto and R. Shibaski, 1999, "Comparative study of positional accuracy evaluation of line data," *ACRS Proceedings*.
- [6] Z. Li, H. Yan, T. Ai, and J. Chen, 2004, "Automated building generalization based on urban morphology and Gestalt theory," *IJGIS*, vol. 18, no. 5, pp. 513-534.
- [7] O. Chaudhry and W.A. Mackaness, 2008, "Automatic identification of urban settlement boundaries for multiple representation databases," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 32, pp. 95-109.
- [8] P. Hardy, 2000, "Multi-scale database generalisation for topographic mapping, hydrography and web-mapping, using active object techniques," *IAPRS*, vol. 33.
- [9] R. Weibel and C.B. Jones, 1998, "Computational perspectives on map generalization", *GeoInformatica*, vol. 2, no. 4, pp. 307-314.
- [10] R.C. Thomson and D.E. Richardson, 1999, "The 'good continuation' principle of perceptual organization applied to the generalization of road network," *International Symposium on Spatial Data Handling*.
- [11] W. Shi, and C. Cheung, 2006, "Performance Evaluation of Line Simplification Algorithms for Vector Generalization," *The Cartographic Journal*, vol. 43, no. 1, pp. 27-44.
- [12] Z. Wang and J.C. Müller, 1998, "Line generalization based on analysis of shape characteristics," *Cartography and Geographic Information systems*, vol. 25, no. 1, pp. 3-15.
- [13] J.C. Muller, J.P. Lagrange and R. Weibel, 1995, *GIS and Generalization*, p. 6, Taylor and Francis, London.
- [14] 강준목, 윤희천, 엄대용, 강영미, 2003, "수치지도와 지적도간의 정합정확도 확보방안," *한국GIS학회지*, 제11권, 제4호, pp. 391-408.
- [15] 신순호, 김정민,곽정완, 2006, "지목제도의 개선에 관한 연구," *한국지적정보학회지*, 제8권, 제1호, pp. 35-54.
- [16] 차득기, 김형무, 김옥찬, 2009, "지적필지 정형화에 관한 연구," *한국지적정보학회지*, 제11권, 제2호, pp. 139-152.
- [17] 허용, 김정옥, 유기윤, 2009, "지형도와 연속지적도의 가구계 폴리곤 집합간의 N:M 대응쌍 탐색," *한국공간정보시스템학회논문지*, 제11권, 제3호, pp. 47-49.
- [18] 홍성연, 이성규, 박수홍, *지적불부합지 자동 조사 기법의 개발 및 적용*, 한국GIS학회, 2004.
- [19] 홍성연, 김현석, 2006, "지적전문가 지식 기반의 반자동 방식에 의한 지적불부합지 정리 방법 개발," *한국GIS학회지*, 제14권, 제3호, pp. 271-284.
- [20] 홍성연, 김윤기, 박종오, 2009, "GIS와 수치정사사진을 이용한 현황 중심의 연속지적도 제작 오류 분석," *한국지형공간정보학회지*, 제17권, 제4호, pp. 105-112.



박 우 진

2004년 서울대학교 지구환경시스템공학 공학사

2006년 서울대학교 대학원 건설환경공학 공학석사

2009년~현재 서울대학교 대학원 건설환경공학 박사 학위 과정  
관심분야 GIS, LBS, 지도일반화



유 기 윤

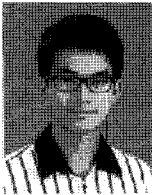
1988년 연세대학교 토목공학 공학사

1990년 연세대학교 대학원 토목공학 공학석사

1998년 Ph.D. GIS, University of Wisconsin at Madison

1988년~2000년 건설교통부 사무관, 서기관

2000년~현재 서울대학교 건설환경공학부 부교수  
관심분야 GIS, LBS



이 재 은

2009년 한국교원대학교 지리교육 교육학사

2009년~현재 서울대학교 대학원 건설환경공학 석사 학위 과정

관심분야 GIS, 지도일반화, 선형단순화